

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОРПУСОВ ТНА ЖРД

А.Ю. Володин

Научный руководитель: профессор, к.т.н. В.П. Назаров

АО «Красноярский Машиностроительный Завод»,

Россия, Красноярск, пр. имени газеты Красноярский рабочий, 29, 660123

E-mail: Spi2012@inbox.ru

Среди наиболее важных требований, предъявляемых к конструкции современных жидкостных ракетных двигателей (ЖРД), можно назвать: минимальную массу, максимальную жесткость и прочность узлов, максимальный ресурс работы в условиях эксплуатации, высокую надежность. В значительной мере перечисленные требования к конструкции обеспечиваются выбором необходимых материалов и совершенством технологии изготовления конструкции. В условиях производства ЖРД энергетические параметры насосов, такие как напор, мощность, КПД определяются по результатам гидродинамических испытаний (гидропролива) насосов [1]. Гидравлические потери непосредственно зависят от качества обработки внутренних поверхностей корпусов, которое обуславливает высокие эксплуатационные свойства турбонасосного агрегата. Улучшение качества шероховатости внутренних литейных поверхностей корпусных деталей, влияющее на энергетические параметры насосов турбонасосного агрегата жидкостного ракетного двигателя, можно достичь методом электролитно-плазменной обработки, основанным на плазменных и электрохимических процессах, возникающих в тонкой парогазовой оболочке у поверхности металла под действием высокого напряжения [2]. Электролитно-плазменная обработка (ЭПО) широко применяется для очистки поверхности, снижения шероховатости и снятия заусенцев на изделиях, изготовленных из различных металлических материалов. ЭПО является безопасной и более производительной технологией по сравнению с альтернативными видами (электрохимическая, механическая обработка). Сущность процесса заключается в следующем. Вокруг поверхности обрабатываемой детали-анода, погруженной в электролит, происходит локальное пленочное вскипание электролита и образование стабильной парогазовой оболочки (ПГО). Сформировавшаяся таким образом оболочка из пара и газа отжимает электролит от поверхности детали и значительно увеличивает электрическое сопротивление в цепи деталь – электролит. При этом сила тока резко уменьшается, и напряжение источника питания почти полностью прикладывается к образовавшейся парогазовой оболочке. Таким образом, из-за высокой локальной напряженности электрического поля возникает частичная ионизация газа с протеканием электрического тока через парогазовую оболочку в виде импульсных и диффузных электрических разрядов [3].

При проведении экспериментальных исследований на образцах-имитаторах, установлено, что метод электролитно-плазменной обработки с применением устройства (см. рис. 1) для обработки внутренних пространственно-сложных поверхностей различной кривизны корпусных деталей центробежных насосов ЖРД является наиболее эффективным и удовлетворяет всем требованиям при производстве деталей для создания кислородно-углеводородных жидкостных ракетных двигателей новых схем [4]. Устройство работает следующим образом. На выходе изделия 1 устанавливают анод 3, прижимают его переходником 7 и фиксируют хомутом 5. На входе в изделие 1 устанавливают переходник 7 и фиксируют хомутом 5. Открытая полость изделия 1 глушится заглушкой 8. Электролитическая ванна 10 из полимерного материала заполняется водой, затем вносятся компоненты электролита, включается насос 11 и нагреватель 14. За счет циркуляции электролита происходит перемешивание его составляющих и интенсифицируется процесс растворения компонентов. При достижении электролитом на входе в электролитическую ванну 10 нижней границы диапазона рабочих температур нагреватель 14 прекращает свою работу. Рабочий цикл начинается с включения питания на катод 2, происходит процесс электроимпульсного полирования. Во время работы устройства насос 11 осуществляет постоянную циркуляцию электролита (см. рис. 2). По истечению времени обработки выключают источник питания на

катоде 2, электролит сливают из системы и извлекают изделие 1. Также извлекают фильтр 4 для его последующей очистки либо замены.

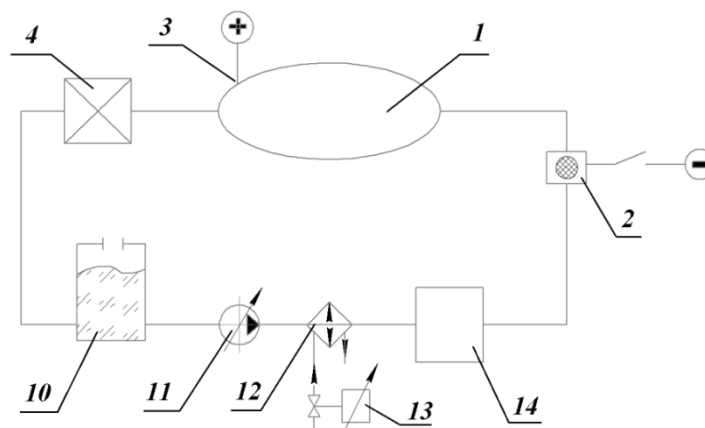


Рис. 1. Конструктивная схема устройства для электролитно-плазменной обработки внутренних пространственно-сложных поверхностей различной кривизны: 1 – обрабатываемое изделие, 2 – катод, 3 – анод, 4 – фильтр, 5 – хомут; 6 – переходная втулка; 7 – переходник; 8 – заглушка; 9 – трубопровод; 10 – электролитическая ванна, 11 – насос, 12 – теплообменник, 13 – регулятор расхода, 14 – нагреватель

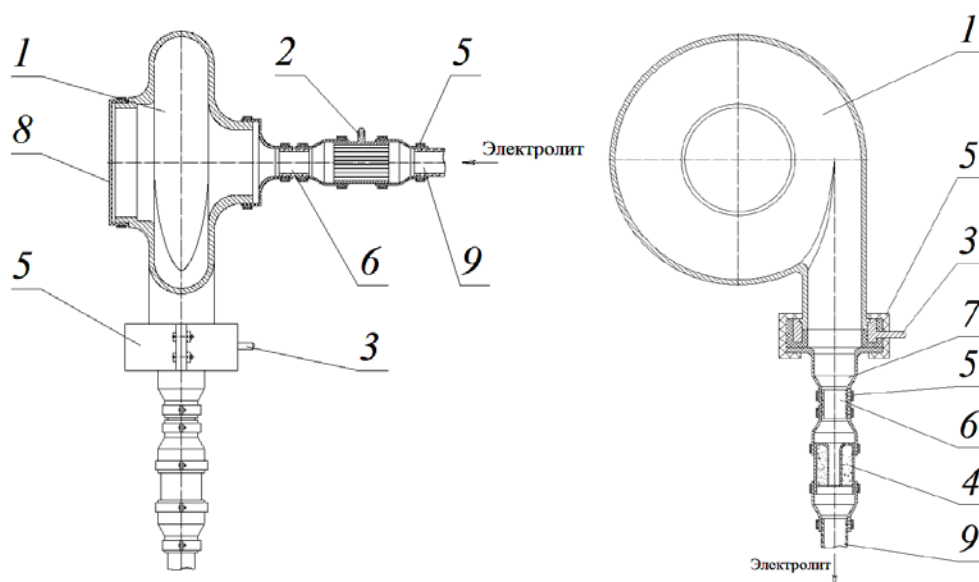


Рис. 2. «Вход» и «Выход» электролита в процессе электролитно-плазменной обработки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние геометрических размеров бесконтактных уплотнений на КПД центробежных насосов / Володин А.Ю., Назаров В.П., Бочерикова Я.В. // Решетневские чтения: материалы XVIII Междунар. науч. конф. - Красноярск: СибГАУ, 2014. С. 127-128.
2. Ясногородский И. З., Электрохимическая и электрохимическая обработка металлов - М.: Машиностроение, 1971. 157 с.
3. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки / Г.Л. Амитан [и др.]; под общ. ред. В.А. Волосатова. – Л: Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1988.
4. Способ электролитно-плазменной обработки внутренних пространственно-сложных поверхностей различной кривизны корпусных деталей центробежных насосов ЖРД / Володин А.Ю., Заруба Д.С., Величко Н.В. // Решетневские чтения: материалы XX Междунар. науч. конф. - Красноярск: СибГАУ, 2016.